

Сергей А. Лебедев ^{1, 2, 3}, Андрей Г. Костяной ^{4, 5}



¹ Геофизический центр РАН

² Майкопский государственный технологический университет

³ Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

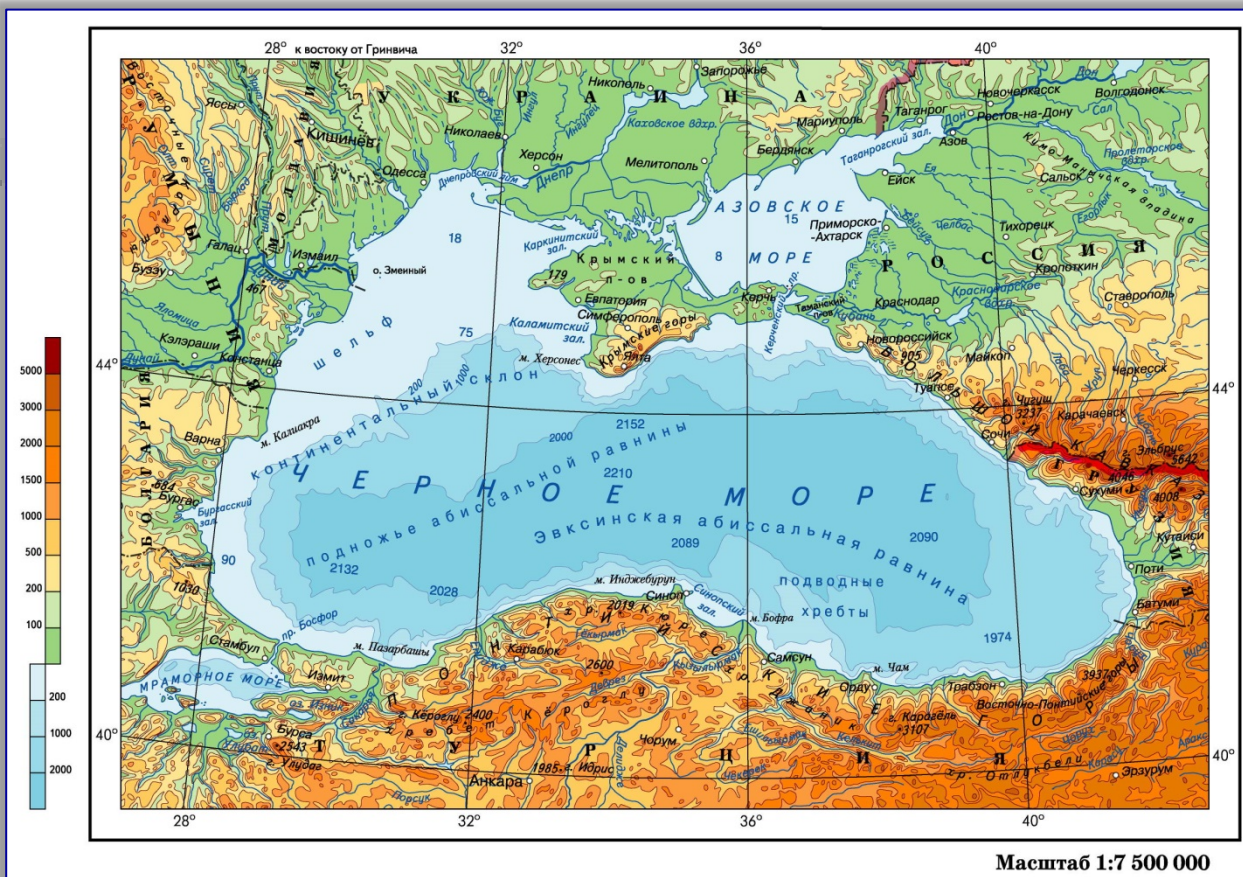
⁴ Институт Океанологии им. П.П. Шишова РАН

⁵ Московский университет имени С.Ю. Витте

Сезонная и межгодовая изменчивость водообмена через Керченский пролив по данным спутниковой альтиметрии



Черное море



Расположенное в глубине материка, Черное море – наиболее обособленная часть Мирового океана. На юго-западе оно сообщается с Мраморным морем через пролив Босфор. Керченский пролив соединяет Черное и Азовское моря. Площадь Черного моря равна 422 тыс. км², объем – 555 тыс. км³,

средняя глубина – 1315 м, наибольшая глубина – 2210 м. Площадь водосбора рек черноморского бассейна – около 1875 тыс. км² (из них примерно 216 тыс. км² – площадь с незначительным стоком).



Черное море

БАСЕЙН ЧЕРНОГО МОРЯ



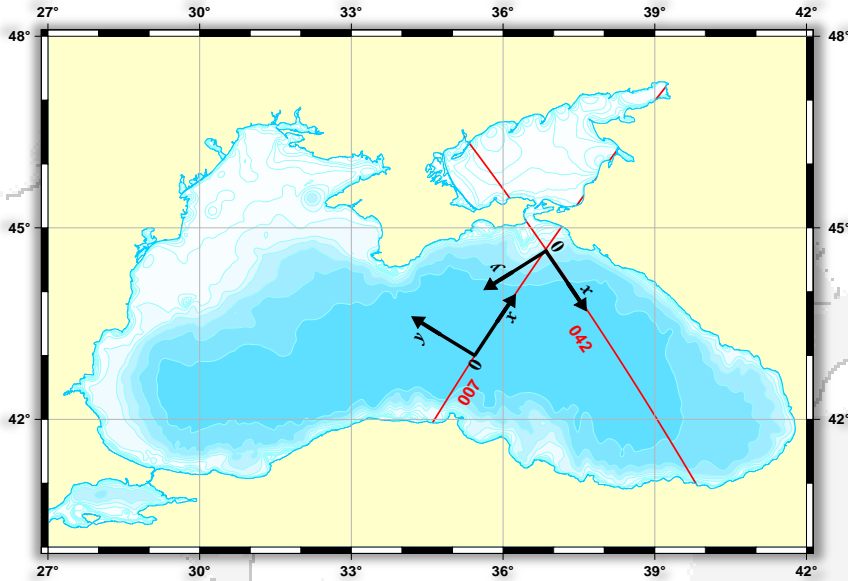
Масштаб 1:15 000 000

Водный баланс Чёрного моря складывается из следующих компонент:

- атмосферные осадки (230 км^3 в год);
- материковый сток (336 км^3 в год);
- поступление воды из Азовского моря (30 км^3 в год);
- испарение воды с поверхности моря (-360 км^3 в год);
- вынос воды через пролив Босфор (-210 км^3 в год)



Используемые данные



Для работы были выбраны данные альтиметрических измерений вдоль 133 и 209 треки спутников TOPEX/Poseidon (Т/Р) и Jason-1/2/3 (J1/2/3).

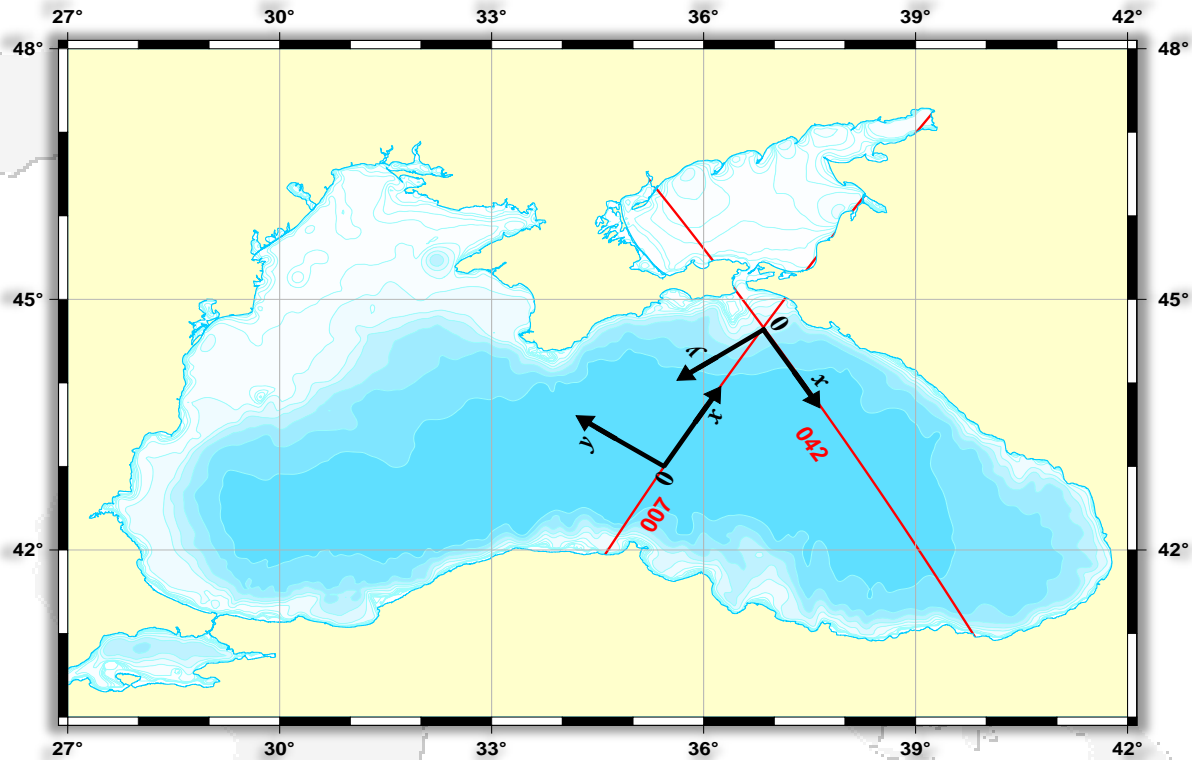
Данные спутника Т Р и J1/2/3 были использованы, потому что:

- ➔ Период повтора (~ 9,916 дней) близок к характерному временному масштабу основных гидрологических и гидродинамических явлений.
- ➔ Данные Т/Р представляют наиболее длинные временные ряды альтиметрических измерений (сентябрь 1992 г. - август 2002 г.) с возможностью их расширения по данным J1 (январь 2002 г. - январь 2009 г.), данным J2 (август 2008 г. - май 2016 г.) и J3 данные (январь 2016 г. - настоящее время).



Водообмен через Керченский пролив

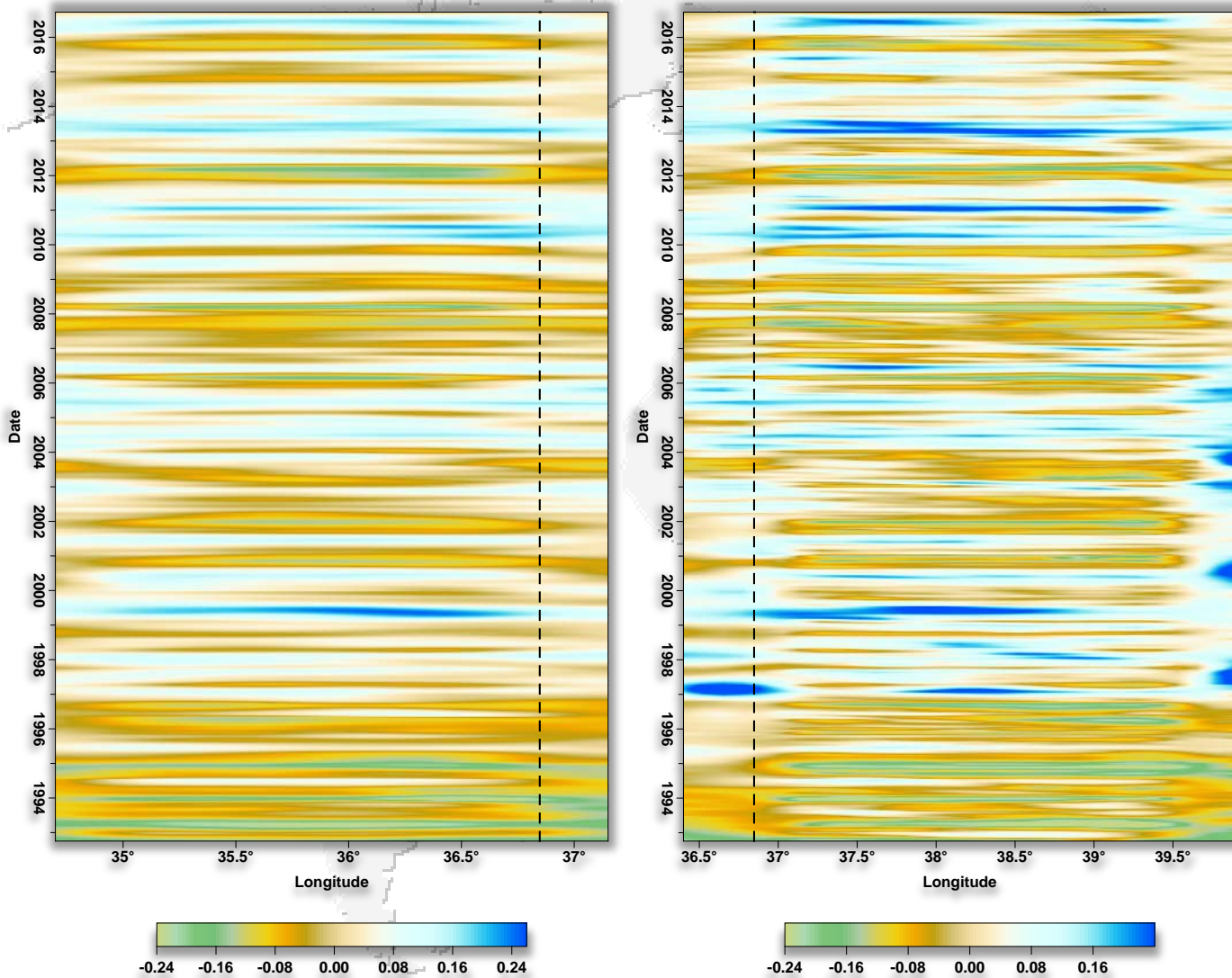
Положение 007 и 042 треков спутников Т/Р и J1/2/3 оптимальны для анализа водообмена между Черным и Азовским морями. Для этого необходимо рассмотреть часть 042 трека от крымского побережья до точки пересечения этих треков, а далее уже участок 007 трека до побережья полуострова Тамань. В этой части Черного моря, ограниченной 007 и 042 треками, отсутствует речной сток, присутствует только водообмен через Керченский пролив.



Если повернуть оси координат так, чтобы ось ординат совпадала с направлением вдоль восходящих (нечетных) треков (с юго-запада на северо-восток) в противоположном направлении вдоль нисходящих (четные) треков (с северо-запада на юго-восток), то градиент динамической топографии будет соответствовать компоненте скорости поверхностных течений, направленной перпендикулярно через треки



Временная изменчивость вдоль аномалии уровня Черного моря вдоль треков



Временная изменчивость вдоль аномалии уровня (м) Черного моря вдоль 007 (левый рисунок) и 042 (правый рисунок) треков. Штриховой линией показано положение точки пересечения этих треков.



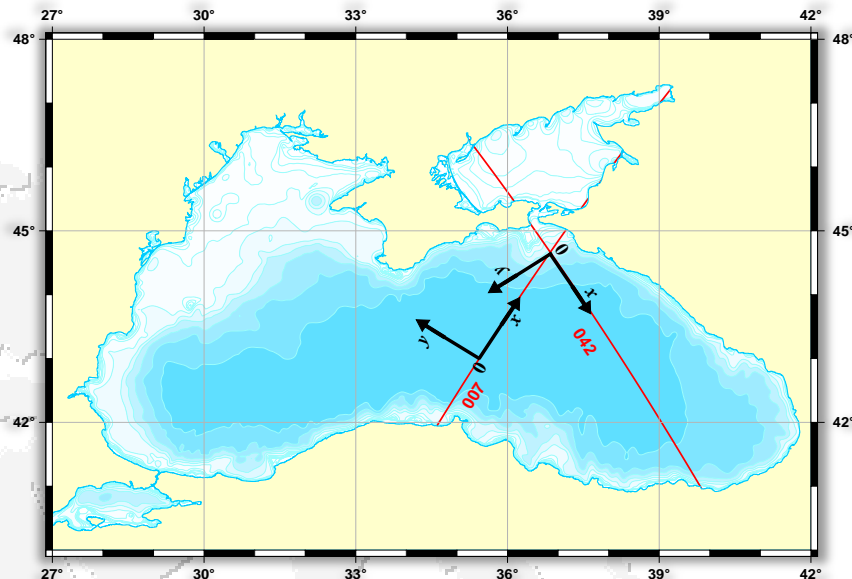
Методика

На основании данных спутниковой альтиметрии были рассчитаны аномалии геострофических скоростей поверхностных течений вдоль треков, направленных перпендикулярно трекам.

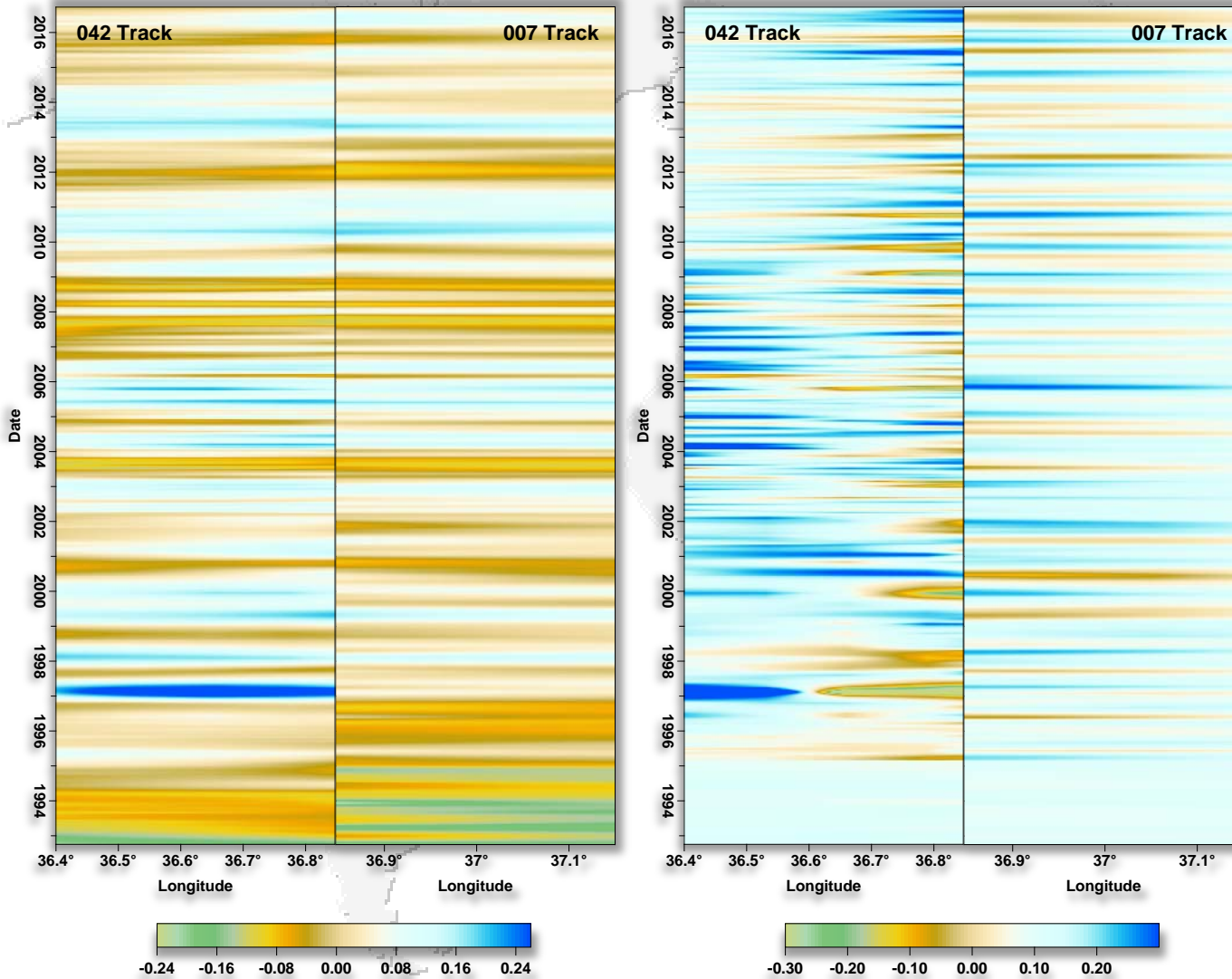
$$\Delta u_y = \frac{g}{f} \frac{\partial \Delta h_{dyn}}{\partial x}$$

Исходя из этого, аномалии водообмена через трек (ΔU_y) рассчитывались в предположении, что сезонные изменения охватывают верхний квазиоднородный слой 30 м.

$$\Delta U_y = \int_0^{30} \Delta u_y dh = \int_0^{30} \frac{g}{f} \frac{\partial \Delta h_{dyn}}{\partial x} dh$$



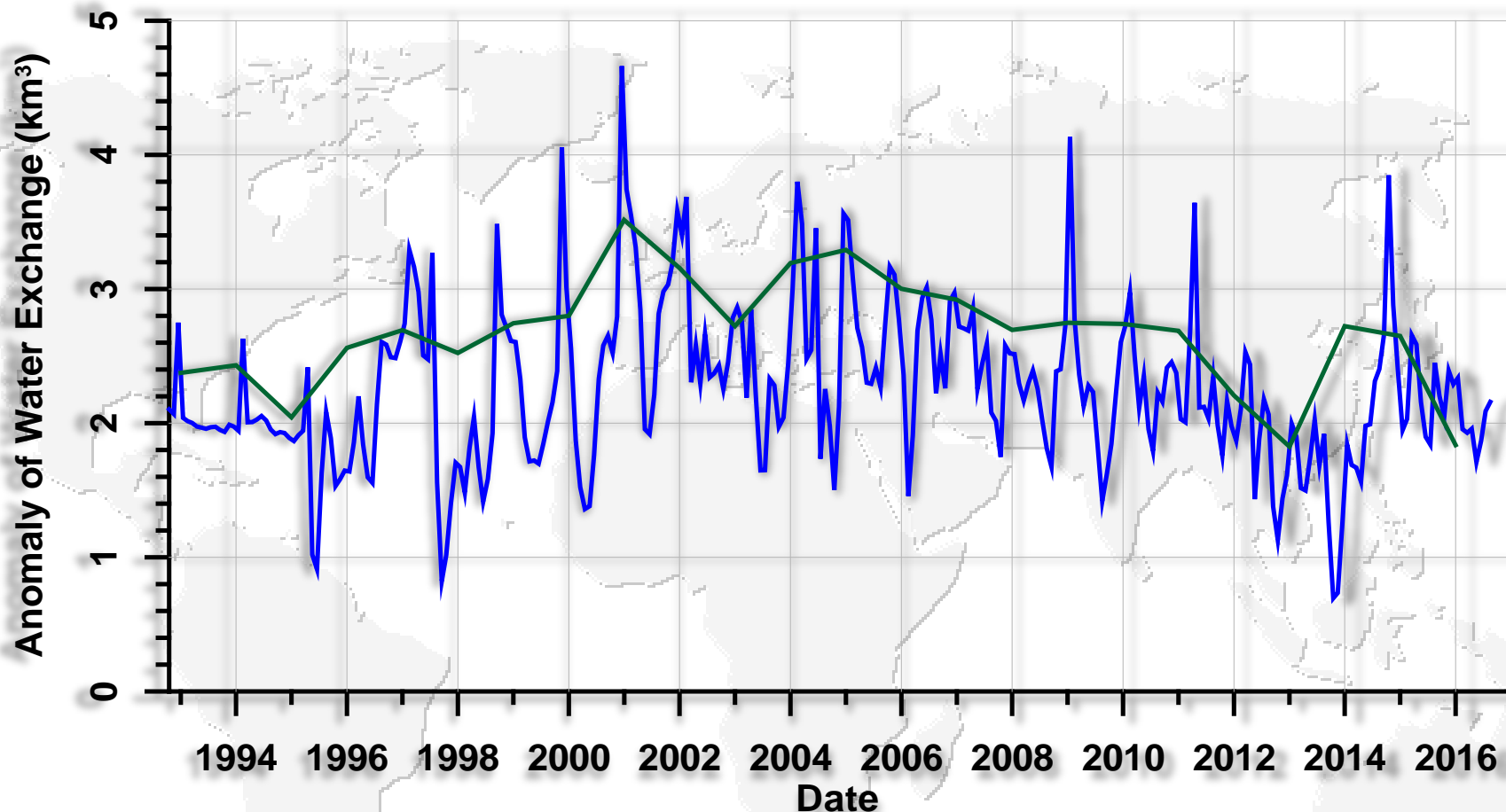
Временная изменчивость вдоль аномалии уровня Черного моря вдоль треков



Временная изменчивость аномалий высот морской поверхности (м) вдоль границ (левый рисунок) и поверхностных геострофических скоростей (м/с) (правый рисунок), направленных по нормали к границам области, ограниченной 007 и 042 треками севернее точки их пересечения.



Результаты



Временная изменчивость (а) среднемесячного и (б) годового (км^3) аномалий водообмена между Черным и Азовским морями через Керченский пролив по данным спутниковой альтиметрии..





Спасибо за внимание

